



SAVONIA

Tekniikka

Palopäällystön koulutus

OPINNÄYTETYÖ

PELASTUSTOIMINNAN HAASTEET KORKEASEOSETANOLI-
POLTTOAINEIDEN ONNETTOMUUKSISSA

Ilmari Ilonen

10.5.2016 Ilmari Ilonen

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU - TEKNIikka, KUOPIO

Koulutusohjelma

Palopäälylystön koulutusohjelma

Tekijä

Ilmari Ilonen

Työn nimi

Pelastustoiminnan haasteet korkeaseosetanoliolttoaineiden onnettomuuksissa

Työn laji

Opinnäytetyö

Päiväys

10.5.2016

Sivumäärä

24

Työn valvoja

yliopettaja Kyösti Survo

Yrityksen yhdyshenkilö

1) Anu Häkkinen 2) Tina Sammi

Yritys

1) Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi 2) Öljy- ja biolttoaineala ry.

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia niitä haasteita, joita korkeaseosetanoliolttoaineiden kuljetusonnettomuuksissa on verrattuna perinteisiin fossiilisiin polttoaineisiin. Yhtenä työn tarkoituksena oli tutkia sitä, voidaanko nykyisiä säädöksiä soveltaa myös etanolipohjaisten polttoaineiden kuljetukseen samassa kuljetusyksikössä öljypohjaisten polttoaineiden kanssa ilman säiliöosastokohtaista merkitsemistä vai aiheutuuko tästä jotain sellaista, että säädöksiä on tarpeen muuttaa.

Tutkimuksessa päädyttiin siihen lopputulokseen, etteivät pelastustoiminnan riskit kasva, vaikka korkeaseosetanolia kuljetettaisiin samalla tavoin kuin perinteisiä liikennepolttoaineita. Korkeaseosetanoli voidaan lisätä poikkeussäädökseen, joka sallii kuljettaa liikennepolttonesteitä siten, että kuljetusyksikön eteen ja taakse oranssikilpeen merkitään vain vaarallisimman aineen YK-numero.

Avainsanat

olttoaineet, biolttoaineet, bensiini, diesel, RE85, D95

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Fire Officer (Engineer)

Author

Ilmari Ilonen

Title of Project

The challenges of rescue operations in cases of high-blend ethanol fuel accidents

Type of Project

Final Project

Date

May 10, 2016

Pages

24

Academic Supervisor

Mr. Kyösti Survo, Head Instructor

Company Supervisor

Mrs. Anu Häkkinen, Spc, Mrs. Tina Sammi, Spc.

Company

1) Finnish Transport Safety Agency, Trafi 2) Finnish Petroleum and Biofuels Association

Abstract

The aim of this final project was to study the challenges of high-blend ethanol fuels in transportation accidents compared to traditional fossil fuels. One purpose of this project was to find out the suitability of existing regulations, as such, the carriage of ethanol-based fuels in the same transport unit with oil-based fuels, or whether this study would reveal something that the regulations need to be changed.

The result of my research is that there are no such factors that will increase risks at rescue operations, even if high-blend ethanol fuels would be transported in accordance with the current regulations. High-blend ethanol fuel RE85 can be added to exceptions of rules.

Keywords

Fuel, biofuel, gasoline, diesel, RE85, ED95

Confidentiality

public

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 POLTTOAINEIDEN VALMISTUS	6
2.1 Öljypohjaiset polttoaineet	6
2.2 Etanolipohjaiset polttoaineet.....	6
3 UUSIEN POLTTOAINEIDEN KEHITYS	8
3.1 Tavoitteita	8
3.2 Eriäviä näkemyksiä ja tutkimuksia etanolin käytöstä.....	9
4 POLTTOAINEIDEN KULJETUSSÄÄNNÖKSET.....	10
4.1 Nykyiset säädökset	10
4.2 Etanolin lisääminen säädökseen	11
5. PELASTUSTOIMINTA POLTTOAINEONNETTOMUUKSISSA	12
5.1 Ohjeita.....	12
5.2 Imeytysaineet	12
5.3 Vaahdotteista	13
5.4 Säiliön jäähdytys.....	17
5.5 Kerääminen	17
5.6 Työturvallisuudessa muistettavaa	17
6 ONNETTOMUUDEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....	19
7 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	21
8 POHDINTA	22
LÄHTEET	23

1 JOHDANTO

Ilmaston muutos sekä maailman öljyvarojen rajallisuus ovat tuottaneet tarpeen uudentyyppisten, uusiutuvien polttoaineiden kehittämiseksi. Uusiutuvien polttoaineiden tarkoituksena on vähentää liikenteen päästöistä aiheutuvaa ympäristön saastumista.

Uusina polttoaineina on markkinoille tullut etanolin ja bensiinin seos, jossa on 70 – 85 % etanolia ja 15 – 30 % bensiiniä sekä biodiesel, joka on etanolin sekä rasvahappojen seos. Uudet polttoaineet ovat kauppanimiltään korkeaseosetanoli RE85 ja ED95.

Nykyiset säädökset on tehty öljypohjaisia fossiilisia polttoaineita silmällä pitäen, mutta etanolipolttoaineet ovat alkoholipohjaisia ja tutkimisen aiheena onkin, soveltuvatko nykyiset kuljetussäännökset myös etanolipolttoaineille vai onko tarpeen muokata säädöksiä vastaamaan uusia tarpeita. Nykyiset säännökset sallivat, että samassa kuljetusyksikössä saadaan kuljettaa öljypohjaisia polttoaineita ilman, että aineita merkitään säiliöosastokohtaisesti. Tällöin kuljetus merkitään sen aineen mukaan, josta aiheutuu suurin vaara.

Tässä työssä tutkitaan, voidaanko korkeaseosetanolipolttoaineita kuljettaa saman säädöksen perusteella samassa kuljetusyksikössä öljypohjaisten polttoaineiden kanssa vai onko sellaisia seikkoja, joiden perusteella aineet tulisi merkitä säiliöosastokohtaisesti. Tutkimisen aiheena on myös se, aiheuttavatko etanolipolttoaineiden kuljetukset mahdollisissa onnettomuustilanteissa sellaisia riskejä, joita pelastustoiminnassa on huomioitava verrattuna perinteisten polttoaineiden onnettomuuksiin. Tutkimuksen kohteena on, eroavatko sammutus- ja torjuntamenetelmät toisistaan etanolinpolttoaineiden ja bensiinin tai dieselin suhteen. Työn tilaajat ovat Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi sekä Öljy- ja biopolttoaineala ry.

2 POLTTOAINEIDEN VALMISTUS

2.1 Öljypohjaiset polttoaineet

Öljynjalostus on petrokemiallinen teollisuusprosessi, joka alkaa raakaöljyn sisältämien rikin, suolojen ja muiden epäpuhtauksien poistolla. Seuraavaksi raakaöljy jaetaan tislamalla jakeiksi, eli eri lämpötiloissa höyrystyvät hiilivedyt erotellaan toisistaan. Jakeiden kemiallisia rakenteita muutetaan ja niiden jalostusarvoa nostetaan erilaisten prosessien avulla. Suurin osa kuluttajille toimitettavista öljytuotteista on seoksia, jotka on sekoitettu jalostuksesta saatavista komponenteista ja lisäaineista. Bensiini on satojen eri hiilivetyjen seos, mutta sen pääkomponentit ovat 4 - 10 hiiliatomia sisältävät alifaattiset hiilivedyt. (Ölly- ja biopolttoaineala ry 2016)

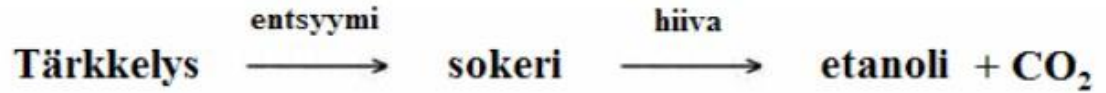
Bensiinimoottorien kehitystyössä polttoaineen kulutuksen alentamiseksi tärkein tehtävä on ollut moottorin puristussuhteen nostaminen. Bensiinin oktaaniluku kertoo, kuinka hyvin bensiini kestää puristusta itsestään syttymättä. (Neste Oyj 2015, s.26)

Raakaöljyn jakotislauksesta ja muista jatkojalostusyksiköistä saadaan dieselöljyjakeita ja kevytpolttoöljyjakeita. Näitä kutsutaan myös yhteisnimellä kaasuöljyksi. Diesel- ja kevyet polttoöljyt ovat hiilivetyseoksia, joiden kiehumisalue on +150...370°C. Yleisimmät hiilivedyt ovat 14 - 19 hiiliatomin yhdisteitä. Dieselöljyt ovat läpikuultavia, väriltään kirkkaita, kellertäviä tai ruskehtavia nesteitä. Dieselöljy on kevyttä polttoöljyä, jota on jalostettu lämmityspolttoöljyä pidemmälle rikki- ja hiukkaspäästöjen vähentämiseksi. Teknisesti dieselöljy ja kevyt polttoöljy ovat lähes samoja tuotteita. Dieselöljyä on jalostettu lämmityspolttoöljyä pidemmälle rikki- ja hiukkaspäästöjen vähentämiseksi. (Neste Oyj 2015, s.23)

2.2 Etanolipohjaiset polttoaineet

Bioetanolia voidaan tuottaa käymisprosessin avulla kaikista sokeripitoisista tai sokeriksi muunnettavissa olevista raaka-aineista. Kuvasta 1 nähdään, että sokeripitoiset raaka-ai-

neet voidaan käyttää suoraan etanoliksi, kun taas tärkkelyspitoisesta raaka-aineesta tärkkelys on ennen käyttämisprosessia hydrolysoitava entsyymejä käyttäen sokeriksi. (Kiviranta ja Siitonen 2005)



Kuva 1. Bioetanolin tuotantoprosessi yleisessä muodossa (Kiviranta ja Siitonen 2005).

Etanoli eli etyylialkoholi valmistetaan käymisteitse hiilihydraateista. Raaka-aine on yksinkertaisimmillaan veden, hiilihydraatin ja hiivan seos. Etanoli erotetaan seoksesta tislamalla, mikä perustuu siihen, että etanolin kiehumispiste on selvästi alempi kuin veden. Tislamalla, ilman erikoislaitteita, saadaan tuotettua noin 96 prosentista etanolia. Korkeaseosetanolipolttoaine RE85 valmistetaan sekoittamalla etanolia, jonka osuus seoksessa vaihtelee 70 – 85 % ja bensiiniä, jonka osuus seoksesta on 15 – 30 %. (ST1 2016)

Biodieseliä valmistetaan esteröimällä kasvi- tai eläinrasvoja alkoholin avulla. Alkoholi on kustannussyistä yleensä metanoli, mutta voi olla myös etanoli tai jokin muu lyhytketjuinen alkoholi. Metanolin avulla valmistetusta biodieselistä käytetään yleisesti termejä FAME (fatty acid methyl ester, rasvahapon metyyliesteri) ja RME (rape methyl ester, rypsimetyyliesteri). (Bioste 2014)

Biodieseliä voidaan valmistaa vaihtoesteröintimenetelmällä rasvahapoista joko happo- tai emäskatalysoimalla. Näistä kahdesta menetelmästä emäskatalysointi on käytetympi, koska se ei vaadi korkeaa lämpötilaa, painetta tai monimutkaista laitteistoa. Sillä saavutetaan myös paras konversioaste, yleensä yli 98 %. Saavutettu konversioprosentti riippuu kuitenkin aina käytetyistä lähtöaineista ja niiden vesipitoisuudesta. (Takala & Valkama 2006)

3 UUSIEN POLTTOAINEIDEN KEHITYS

3.1 Tavoitteita

Liikenteen päästöjen aiheuttaman saastumisen seurauksena on tullut tarve tutkia, onko mahdollista kehittää polttoaineita, jotka ovat nykyisiä polttoaineita ympäristöystävällisempiä. Suurissa metropoleissa ihmiset joutuvat käyttämään hengityssuojaimia, koska liikenteestä aiheutuvat pienhiukkaspäästöt ovat suuria. Tutkimuksessa on todettu perinteisten polttoaineiden hiukkaspäästöjen aiheuttavan syöpää (IARC, 2012). Biopolttoaineissa etanolin tarkoituksena on vähentää palamistuotteena syntyviä kasvihuonekaasu- ja pienhiukkaspäästöjä.

Hiilidioksidi on ilmakehää kuormittava ”kasvihuonekaasu”, jota vapautuu polttoaineiden palaessa. Käytettäessä pelkästään fossiilisia polttoaineita ilmakehään vapautuu uutta hiilidioksidia, kun taas uusiutuvia polttoaineita käytettäessä vapautuu sellaista hiilidioksidia, joka polttoaineen raaka-aineen kasvuvaiheessa on sitoutunut ja jolla ei ole laskennallisesti hiilidioksidin määrää lisäävää vaikutusta. Laskennallisesti päästöjen kannalta etanoli on päästötön polttoaine. Päästöjä syntyy, mutta vapautuva hiilidioksidi on biopolttoaineen kasvuvaiheessa sitoutunut ilmakehästä polttoaineeseen. Vielä toistaiseksi ei olla täysin päästöttömissä polttoaineissa, sillä biopolttoaineiden muista kuin etanolikomponenteista aiheutuu päästöjä. Kehitettäessä uusia polttoaineita niiden tulee olla sellaisia, että moottorin suorituskyky verrattuna polttoaineen kulutukseen pysyy taloudellisesti kannattavalla tasolla ja päästöjen suhteen palamisen lopputuloksen mahdollisimman alhaisena.

Kehityksen taustalla ei ole ainoana huoli ympäristöstä. Nykyisten fossiilisten polttoaineiden riittävyys on rajallinen, ne eivät uusiudu. Nykyisten fossiilisten polttoainevarantojen käydessä vähiin seurauksena saattaa olla polttoaineiden hintojen voimakas nousu sekä mahdollisesti konflikteja.

3.2 Eriäviä näkemyksiä ja tutkimuksia etanolin käytöstä

Etanolin käytön on myös väitetty lisäävän hiilidioksidipäästöjä. Ruotsalainen professori Söran Wibe väittää näin tutkimuksessaan (2009). VTT:n tutkimuksessa on havaittu etanolipolttoaineiden käytön lisäävän asetaldehydi päästöjä. Asetaldehydi on luokan 1 karsinogeeni eli syöpää aiheuttava aine. Näiden pakokaasujen terveysvaikutuksia ei ole tutkittu. (Lappi ym, 2011)

4 POLTTOAINEIDEN KULJETUSSÄÄNNÖKSET

4.1 Nykyiset säädökset

Kansallisella tasolla polttoaineiden kuljetuksesta säädetään laissa vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994). Tässä laissa tarkoitetaan vaarallisella aineella ainetta, joka räjähdys-, palo-, tartunta- tai säteilyvaarallisuutensa, myrkyllisyytensä, syövyttävyytensä taikka muun sellaisen ominaisuutensa vuoksi saattaa aiheuttaa vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Mitä tässä laissa säädetään vaarallisesta aineesta, sovelletaan myös vaarallisiin seoksiin, esineisiin, välineisiin, tavaroihin, tyhjiin pakkauksiin, muuntogeenisiin organismeihin ja mikro-organismeihin. (Laki 719/1994)

Polttoaineet määritellään lain 719/1994 perusteella vaarallisiksi aineiksi, koska ne palo-vaarallisuutensa vuoksi saattavat aiheuttaa vahinkoa ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle. Kuljetettaessa vaarallisia aineita on kuljetusajoneuvo merkittävä määräysten mukaisilla oranssikilvillä, joista kilven ylempi numero on vaaran tunnusnumero ja alempi on ainekohtainen YK-numero, jolla aine yksilöidään. Mikäli kuljetusluokassa on kaksi samaa numeroa, tämä korostaa aineen vaarallisuutta. Kaksi tai useampia numeroita tarkoittavat, että aineella on useampia vaaraominaisuuksia. Esimerkkinä kuvassa 2 vasemmanpuoleisessa oranssikilvessä on ylhäällä vaaratunnuksen numerot 33; Tämä tarkoittaa: 3=palava neste 3=herkästi syttyvä. Alaosassa 1203 on aineen eli bensiinin tunnus.

33	30
1203	1202

Kuva 2. Ajoneuvoissa ja kuljetussäiliöissä käytettävät bensiinin (1203) ja dieselöljyn/kevyen polttoöljyn (1202) oranssikilvet.

Liikenteen turvallisuusviraston määräys TRAFI/4541/03.04.03.00/2015 vaarallisten aineiden kuljettaminen tiellä sallii kohdan 5.3.2.1.3 mukaan eri nimikkeisiin luokiteltujen perinteisten polttoaineiden, joiden YK-numerot ovat seuraavat: UN1202 (diesel), UN1203 (bensiini), UN1223 (kerosiini) sekä lentopolttoaineita UN1268 (lentobensiini)

ja UN1863 (lentopetroli), kuljettamisen samassa kuljetusyksikössä ilman säiliöosasto-kohtaisia merkintöjä, kun ajoneuvossa ei kuljeteta muita vaarallisia aineita. (Trafi 2015)

Tämä poikkeus on perusteltu sillä, että polttoaineiden toimittaminen jakeluasemille on voitu tehdä yhdellä kuljetusyksiköllä, kun ilman tätä poikkeusta pienetkin määrät eri polttoaineita jouduttaisiin merkitsemään jokainen aine säiliökohtaisesti.

4.2 Korkeaseosetanolin lisääminen säädökseen

Tässä työssä tutkitaan, voidaanko korkeaseosetanoli UN3475 lisätä Trafin määräyksen kohtaan 5.3.2.1.3 ja sallia etanoliseospolttoaineen kuljettaminen ilman säiliöosastokohtaisia merkintöjä siten kuin määräyksessä asiasta säädetään vai onko sellaisia seikkoja, joiden takia olisi aiheellista käyttää säiliöosastokohtaisia merkintöjä. Tässä työssä selvitetään mahdollisien etanolipolttoaineiden onnettomuuksien torjuntatoimia sekä verrataan niitä perinteisten polttoaineiden onnettomuuksien torjuntatoimiin ja selvitetään, miltä osin toimet eroavat toisistaan, jolloin saadaan selkeästi vertailtua, eroavatko torjuntatoimet toisistaan.

5. PELASTUSTOIMINTA POLTTOAINEONNETTOMUUKSISSA

5.1 Ohjeita

TOKEVA-ohjeen mukaan palavien nesteiden torjuntaan käytetään ohjeessa T3a kerrottuja torjuntatoimia syttyville nesteille ja ohjeessa T3b kerrottuja ohjeita herkästi syttyville nesteille. Herkästi syttyviksi luokitellaan palavat nesteet, joiden kiehumispiste on enintään 35 °C ja leimahduspiste on alle 0 °C. Torjuntatoimet ovat käytännössä samat bensinille, dieselille ja korkeaseosetanolille. Toimenpiteet ovat pääpiirtein seuraavat: tiedustele, käytä henkilön suojaimia, poista syttymisvaara, pelasta uhrin, tuki vuoto, estä leviäminen ympäristöön, jos palaa niin sammuta, huomioi sammutusjätevedet. (TOKEVA 2016)

Nesteen siirtopumppauksessa on huomioitava, että putkessa virtaava neste saattaa aiheuttaa staattisia sähkövarauksia eli kansanomaisesti kutsuttuna ”hankaussähköä”. Staattinen sähkö voi aiheuttaa kipinöintiä ja saada aikaan syttymisen. Staattisen sähkön syntymistä voidaan välttää kytkemällä säiliöt ja pumppausputket samaan jännitepotentiaaliin ja maadoittamalla.

5.2 Imeytysaineet

Vuonna 2015 Esa Kaikkonen teki opinnäytetyön imeytysmateriaalien soveltuvuudesta eräille kemikaaleille. Tulosten perusteella etanolipolttoaineiden imeytykseen voidaan käyttää samoja imeytysaineita kuin fossiilisille polttoaineille (Kaikkonen 2015).

Imeytykseen käytettäviä aineita on kolmea lajia. Orgaaniset eli eloperäiset aineet ovat luonnontuotteita, esimerkiksi sahanpuru ja turve. Nämä aineet palavat. Epäorgaaniset imeytysaineet ovat yleensä palamattomia ja koostuvat maaperän aineksista, esimerkiksi hiekka on epäorgaaninen imeytysaine. Myös useat kaupalliset imeytysaineet ovat epäorgaanisia. Synteettiset imeytysaineet on valmistettu keinokuidusta. Yleensä materiaali on öljypohjaista, eli se palaa ja muodostaa runsaasti savua.

5.3 Vaahdotteista

Vahtokonsentraatit luokitellaan EN 1568-1-4:2000 – standardeissa:

- 1 Proteiinivaahdoissa (P) raaka-aineena käytetään hydrolysoitua proteiinia.
- 2 Fluoroproteiinivaahdot (FP) ovat proteiinivaahdoja, joihin on lisätty fluorattuja pinta-aktiivisia hiilivetyjä.
- 3 Synteettiset vaahdot (S) muodostetaan pinta-aktiivisten hiilivetyjen ja mahdollisesti fluorattujen pinta-aktiivisten aineiden seoksista.
- 4 Polaarisia liuottimia kestäväillä vaahdoilla (AR, Alcohol Resistant) muodostetaan polymeereistä emulsio liuottimen pinnalle.
- 5 AFFF-kalvovaahtojen (Aqueous Film-Forming Foam) pohjana tässä käytetään synteettisiä vaahdoja, mutta nämä kykenevät muodostamaan kalvon palavien hiilivetyjen pinnalle.
- 6 FFFP-kalvovaahdot (Film-Forming Fluoro Protein) ovat fluoroproteiinivaahdoja, joilla on sama kalvonmuodostuskyky, mutta nämä sisältävät hydrolysoitua proteiinia. Vaikkakin standardeissa mainitaan synteettiset vaahdot (S) omana ryhmänä, myös FFFP- ja FP-vaahdot sisältävät synteettisiä komponentteja. (Rinne & Vaari)

Taulukko 1. Eri vaahdotetyyppien ominaisuuksia. (NFPA 2005)

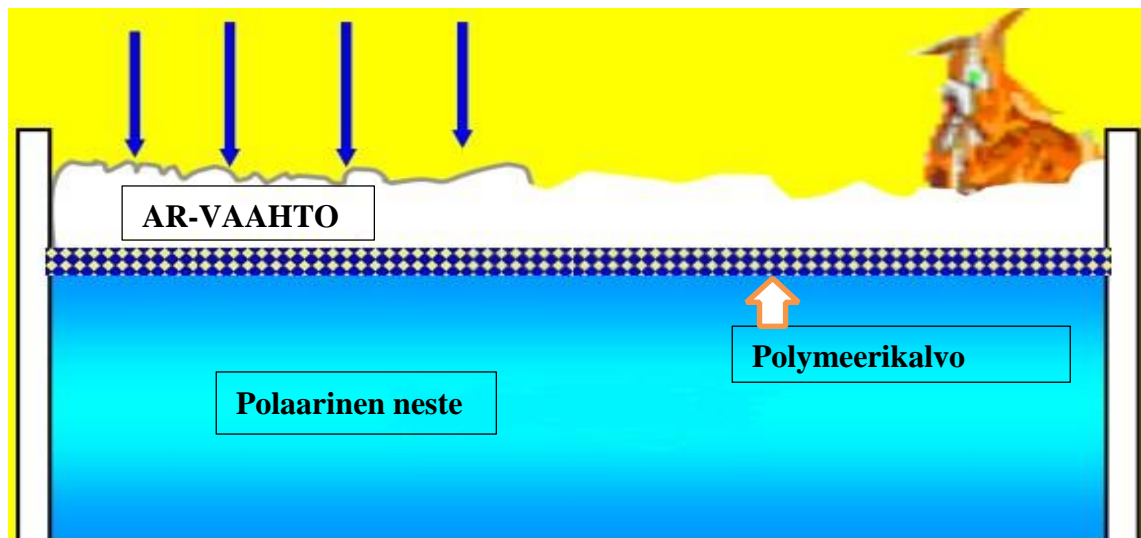
	Proteiini	Fluoroproteiini	AFFF	FFFP	AR-AFFF
Sammutus	Välttävä	Hyvä	Erinomainen	Hyvä	Erinomainen
Lämmönkesto	Erinomainen	Erinomainen	Välttävä	Hyvä	Hyvä
Polttoaineenkesto	Välttävä	Erinomainen	Ok	Hyvä	Hyvä
Höyrynpitävyys	Erinomainen	Erinomainen	Hyvä	Hyvä	Hyvä
Alkoholikestoisuus	Ei	Ei	Ei	Ei	Erinomainen

Taulukosta 1 nähdään, että fossiilisten polttoaineiden sammuttamiseen ja suojavaahdotamiseen soveltuvat lähes kaikki vaahdonestetyypit.

Etanolipohjaisten polttoaineiden palojen sammuttamiseen tulee käyttää alkoholiresistenssejä AR-vaahtonesteitä. Alkoholipaloihin suositellaan vaahtonestettä, joka täyttää vähintään normin EN-1568-4 IIB vaatimukset. Normin vaatimuksen täyttävä vaahtoneste on läpäissyt testin, jossa polttoaineena käytetään allaspalossa asetonia tai isopropanolia. Vaahtopatjan on säilyttävä 5 minuuttia ja estettävä uudelleen syttyminen 10 minuuttia. (House 2012)

Ei-AR-vaahdotteista valmistettu vahto tuhoutuu alkoholipalossa nopeasti, koska alkoholi liuottaa vaahdosta pois vettä, joten vaahtonestettä kuluu enemmän. Sellaisissa tilanteissa, joissa palon nopea sammuttaminen esimerkiksi hengenpelastamiseksi on ensisijainen tehtävä, voidaan käyttää kaikkia vaahtonestetyyppejä, mikäli sammuttamisen jälkeen vaahtoa ei tarvita esimerkiksi höyrystymisen estämiseen.

Kuvassa 3 nähdään AR-vaahdon toimintaperiaate. Kun vettä liukenee vaahdosta polaariin nesteeseen, muodostuu nesteiden rajapintaan polymeerikalvo.



Kuva 3 AR-vaahdon toimintaperiaate (Stone, Foam operations 2005, 21)

Vaahtoa ei pidä koskaan suihkuttaa suoraan palavaan nesteeseen, jolloin vaahto ”sukeltaa” tai aiheuttaa palavan nesteen roiskumista.

Kuvissa 4,5 ja 6 joitakin vaahdon levittämistapoja.



Kuva 4. Vaahdon levittäminen ”sadettamalla” (Stone, Foam operations 2005, 28) Sadettaminen sopii parhaiten raskasvaahdolle, joka tuotetaan suihkuputkella.



Kuva 5 Epäsuora levitys (Stone, Foam operations 2005, 29)

Epäsuorassa levityksessä vaahtosuihku kohdistetaan sellaiseen kohtaan, josta vaahto valuu paloon.



Kuva 4. Vyörytys (Stone, Foam operations 2005,30)

Vyörytyksessä vaahtosuihku kohdistetaan paloalueen etupuolelle, ja vaahtoa aletaan vyöryttää paloalueelle. Vaahdotus toteutetaan samalla tavalla riippumatta siitä, onko kyseessä palon sammutus vai syttymisvaaran eliminointi.

Sähköpostitse tekemässäni kyselytutkimuksessa pelastuslaitosten pelastuspäälliköille, johon vastasi 9 pelastuslaitosta, ilmeni, että seuraavat vaahtonestemäärät oli katsottu riittäviksi

- Sammutusautossa 50 – 200 litraa
- Säiliöautossa 400 – 1000 litraa AR-vaahtonestettä

Vaahtonesteen ja veden seosta kutsutaan vaahtoliuokseksi. Vaahtonestettä käytetään liuoksen valmistamiseen 3 % tai 6 %, käyttötarkoituksen mukaan. Yhden sammutusauton vaahtonesteestä saadaan 833 tai 1 666 litraa vaahtoliuosta. Vaahtoliuoksesta saadaan vaahtoluvultaan 50 olevaa keskivaahtoa 41 650 tai 83 300 litraa. Tämä riittää maahan 0,5 metriä paksuksi patjaksi noin 83 m² tai 160 m² pinta-alalle sekoitussuhteesta riippuen. Jotta saadaan selkeä vertailukohta, 21 m pitkä, pyörillään oleva rekka-auto peittää noin 63 m² alueen. Tähän vertailukohtaan nähden pelastuslaitoksilla on riittävät resurssit vaahtonesteen suhteen.

5.4 Säiliön jäähdytys

Jos tulipalo kuumentaa säiliötä, jossa on polttoainetta, on vaarana, että säiliön ylipaineen purkuventtiilien kapasiteetti ei riitä ja säiliö rikkoontuu. Säiliön rikkoutuminen aiheuttaa tulipalon voimakkaan laajenemisen. Säiliön jäähdyttäminen vesivalelulla estää kuumenemista.

5.5 Kerääminen

Maahan vuotanut polttoaine voidaan kerätä nestemäisenä, mikäli se ei ole ehtinyt imeytyä maaperään. Mikäli määrä on pieni, se voidaan imeyttää johonkin imeytysaineeseen. Suurien nestemäisten polttoainemäärien talteenotto voidaan tehdä VAK-katsastetulla lokautolla. Maaperään sekoittuneen polttoaineen kerääminen tapahtuu keräämällä saastunut maa-aines, joka sitten kuljetetaan jatkokäsittelyyn.

Kun onnettomuustilanne on stabiloitu ja leviämisvaaraa ei ole, on aiheellista keskustella jatkotoimenpiteistä ympäristöviranomaisen kanssa. Pelastuslaitoksen ei ole tarkoituksenmukaista ryhtyä saastuneen maaperän puhdistamiseen vaan tämä on ennemminkin ympäristöviranomaisen vastuualue. Pelastuslaitoksilla on öljyntorjuntakalustoa, jota voidaan käyttää pienimuotoisessa keräämisessä. Työskenneltäessä on käytettävä mahdollisuuksien mukaan kipinöimättömiä työvälineitä. Kerätessä nestemäistä polttoainetta on erityinen huomio syttymisen estämisessä.

5.6 Työturvallisuudessa muistettavaa

Vuotavista polttoaineista bensiini sekä korkeaseosetanoli höyrystyvät ja todennäköisesti muodostavat syttymiskelpoisen seoksen, joka voi levitä laajalle alueelle. Sekä työ- että yleisen turvallisuuden takia on aiheellista suojavaahdottaa polttoainelammikko höyrystymisen ja syttymisen estämiseksi.

Syttymisrajoilla tarkoitetaan sellaista höyrystyneen polttoaineen pitoisuutta ilmaan sekoittuneena, jossa syttyminen voi tapahtua. Alemman syttymisrajan alapuolella polttoainehöyryn määrä seoksessa on niin alhainen, ettei syttyminen ole mahdollista.

Ylemmän syttymisrajan yläpuolella polttoainehöyryn määrä seoksessa on niin suuri, ettei syttyminen ole mahdollista.

Leimahduspisteellä tarkoitetaan alhaisinta lämpötilaa, jossa höyrystynyt aine voi syttyä ulkoisesta syttymislähteestä. Tämän lämpötilan alapuolella nesteessä ei tapahdu riittävästi höyrystymistä, jotta syttyminen voisi tapahtua. Nesteen lämpötilan kasvaessa höyrystyminen kiihtyy ja neste saavuttaa sellaisen höyrystymisnopeuden, jolla muodostuvan höyryn määrä ylittää seoksen ylemmän syttymisrajan pitoisuuden. Tämä lämpötila on ylempi syttymisraja.

Onnettomuustilanteissa syttymisrajoja ei voida määrittää ulkolämpötilan perusteella, paitsi jos lämpötila on alle -46 °C , jolloin bensiinin höyrystyminen alittaa alemman syttymisrajan. Tätä korkeammissa lämpötiloissa seos voi olla syttymiskelpoinen ja liian rikas seos voi laimentua ilmanvirtausten seurauksena syttymiskelpoiseksi.

6 ONNETTOMUUDEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Ilmaan joutunut etanoli hajoaa hydroksyyliiradikaalien vaikutuksesta. Maahan joutunut etanoli haihtuu pintamaasta. Etanoli ei sitoudu maa-ainekseen vaan se on erittäin kulkeutuvaa maaperässä ja voi siten joutua pohjaveteen. Etanoli on hyvin vesiliukoista ja haihtuu nopeasti pintavedestä. Etanoli on biologisesti nopeasti hajoavaa hapellisissa olosuhteissa ja hajoaa myös hapettomissa olosuhteissa. Sen ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon. Voimassa olevien kriteerien perusteella etanolia ei luokitella ympäristölle vaaralliseksi. (OVA-ohjeet 2016)

Bensiini on helposti haihtuvaa ja päätyy pääasiassa ilmaan. Haihtuminen tapahtuu myös pintavesistä sekä maaperän pintakerroksista. Bensiini on myrkyllistä vesieliöille, samoin osa sen lisäaineista. Bensiinin komponentit voivat kulkeutua maaperässä ja päätyä pohjaveteen. Mikäli bensiinissä on yli 0,1 paino- % bentseeniä, se luokitellaan kategoriaan 1B syöpää aiheuttavaksi aineeksi. (OVA 2016-ohjeet)

Dieselöljy voi osittain haihtua ilmaan, jossa se hajoaa hydroksyyliiradikaalien vaikutuksesta. Dieselöljy hajoaa osittain biologisesti maaperässä, mutta sekä haihtuminen että hajoaminen voivat estyä, mikäli pidempiketjuiset hiilikomponentit sitoutuvat maaperään. Dieselöljy liukenee jonkin verran veteen, ja vedessä osa sen komponenteista voi haihtua. Vedessä dieselöljy hajoaa biologisesti, mutta ei nopeasti. Dieselöljy on myrkyllistä vesieliöille, ja osa sen komponenteista on vesieliöihin kertyviä. (OVA-ohjeet 2016)

Korkeaseosetanolin ympäristövaikutukset ovat sen komponenttien mukaiset. Sekä etanoli että bensiini haihtuvat pintamaasta eli myös korkeaseosetanoli haihtuu pintamaasta. Herkimmin haihtuvat komponentit haihtuvat ensin, ja ajan myötä vuotaneen lammikon koostumus muuttuu. Korkeaseosetanoli käyttäytyy, kuten sen komponentit bensiini ja etanoli. Tämänhetkisten säädösten mukaan puhdasta etanolia ei luokitella ympäristölle haitalliseksi, mutta korkeaseosetanoli luokitellaan.

Mikäli alueella, jossa vuoto tapahtuu, on hulevesiviemärointi ja vuotanut polttoaine on mennyt viemäriin, on otettava yhteys kunnan vesi -ja viemärilaitokseen, jossa tiedetään hulevesiviemärin purkupaikka. Tällöin voidaan estää aineen leviäminen viemärin ulkopuoleiseen vesistöön ja vuotanut polttoaine saadaan kerättyä talteen.

Taulukko 2. Aineiden ominaisuuksia. (OVA-ohjeet 2016)

	Bensiini	Diesel	Etanoli	RE 85
Leimahduspiste	– 46 °C	62 °C	13 °C	– 20 °C
Syttymisrajat	1,4–7,6 til %	1-6 til %	3,3–19 til %	1-19 %
Höyrynpaine	20–50 kPa	alle 1 kPa	5,8 kPa	45-75 kPa
Tiheys	0,72–0,77	0,8	0,8	0,7-0,8
Itsesyttyminen	yli +340 °C	220 °C	363 °C	260 °C
Haihtuvuus	Korkea	Kohtalainen	Korkea	Korkea
Vesiliukoisuus	Osittain	Vähäinen	Täysin	Osittain
Kulkeutuu maassa	Kohtalaisesti	Sitoutuu	Hyvin, ei sitoudu	Etanoli hyvin bensiini kohtalaisesti
Myrkyllinen vesieliöille	Kyllä	Kyllä	Lievästi	Kyllä

7 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Onnettomuustilanteissa pelastustoimella on neljä mahdollista polttoaineeseen kohdistuvaa tehtävää, joihin sen resursseja tarvitaan:

- Vuototapauksessa tulee kysymykseen imeytysaineen riittävyys.
- Suojavaahdotuksessa sekä mahdollisesti palon sammuttamisessa kyseessä on vaahtonesteen riittävyys sekä alkoholi-resistiivisyys.
- Muuhun öljyntorjuntaan ja keräämiseen tarvittavaa kalustoa pelastuslaitoksilla on yleensä riittävästi. Sitä voidaan käyttää myös polttoaineonnettomuuksissa. - Pumppaaminen pois maahan muodostuneesta lammikosta tai säiliöstä

Kuljetussäiliöön voi kohdistua kolme toimenpidettä:

- vuodon tukinta, mikäli säiliö vuotaa
- säiliön jäähdytys tulipalotilanteessa
- säiliön tyhjennys, mikäli säiliö vaurioitunut, mutta ei vuoda

Pelastustoiminnassa ilmenevät riskit ja niiden eroavuudet saadaan selville verrattaessa perinteisten polttoaineiden onnettomuustilanteita etanolipohjaisten polttoaineiden onnettomuustilanteisiin. Mikäli tässä vertailussa havaitaan eroavuuksia, ovatko eroavuudet sellaisia, että ne kasvattavat pelastustoiminnan riskitekijöitä. Tässä työssä en ole havainnut sellaisia eroavuuksia polttoaineiden välillä, että pelastustoiminnan riskien tulisi katsoa kasvavan.

Korkeaseosetanoli UN3475 voidaan lisätä liikenteen turvallisuusviraston määräykseen TRAFI/4541/03.04.03.00/2015 Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä kohtaan 5.3.2.1.3.

8 POHDINTA

Työssä tutkin, voidaanko etanoli, joka on alkoholi, sekä korkeaseosetanoli, joka on etanolin ja perinteisen polttoaineen seos, lisätä kuljetussäännöksiin, jotka on laadittu alun perin öljypohjaisia polttoaineita varten. Aiheutuuko tästä mahdollisesti jotain sellaisia seikkoja, josta johtuen pelastustoimen riskit onnettomuustilanteessa olisivat suuremmat. Jotta eroavuudet saatiin selville, tutkittiin ja vertailtiin sekä perinteisten polttoaineiden että etanolipolttoaineiden kuljetusonnettomuuksia. Tarkasteltaessa onnettomuuksissa olleissa olevia riskitekijöitä ja vertailtaessa niitä mahdollisiin uusiin riskitekijöihin, pystyttiin arvioimaan, onko muutoksella sellaista vaikutusta kokonaisuuteen, että näiden muutosten arvioitaisiin lisäävän pelastustoiminnan riskitekijöitä.

Tutkimuksessani päädyin siihen lopputulokseen, että pelastustoiminnan riskit polttoainekuljetusonnettomuuksissa eivät lisäänty sen johdosta, että etanolia tai korkeaseosetanolia kuljetettaisiin samassa kuljetusyksikössä ilman säiliöosastokohtaisia merkintöjä.

Oppimisen kannalta täytyi tarkastella eri aineiden ominaisuuksia ja käyttäytymistä onnettomuustilanteissa sekä tehdä tutkivaa vertailua eri onnettomuustyypeissä ilmenevien haasteiden välillä. Työ oli mielenkiintoinen ja antoisa. Toivon, että tulevassa ammatissani voin hyödyntää tämän työn mukanaan tuomia tietoja sekä taitoja.

Tulevaisuuden näkymänä, kun tieliikenteen tavarakuljetuksissa on tutkittu kuljetusten tehostamista, jolloin on todettu, että hyötykuormaa voidaan kasvattaa kannattavasti suhteessa siihen, paljonko polttoaineen kulutus lisääntyy. Tavarakuljetusten maksimipainonousee 60 tonnista 76 tonniin. Tulevaisuudessa, mikäli HCT rekkojen havaitaan olevan kokonaisedullisempia, huomioiden myös niiden tiestölle mahdollisesti aiheuttaman kulumisen, saattaa kuljetusten suurin kokonaispaino nousta jopa yli 100 tonnin. Näkemykseni mukaan tällainen kuljetusyksikön kasvattaminen ei ole pelastustoiminnan kannalta suotavaa.

LÄHTEET

- Bioste (2014). *Biodiesel*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://bioste.fi/bioenergia/biodiesel/>
- Heurlin, A.;& Friman, K. (2002). *Kemia yhteiskunnassa*. (k. 1. Helsingin yliopisto, Toimittaja) Haettu 20.4.2016 osoitteesta <http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/oljytuotteet/dieseloljyt.htm>
- House, W. (2012). Fluorine free foam (F3) fire tests. Haettu 21.4.2016 osoitteesta http://www.internationalairportreview.com/wp-content/uploads/RPIReport_Final_Compressed.pdf
- IARC (2012). www-dokumentti, haettu 5.5.2016 osoitteesta https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf
- Kaikkonen, E. (2015). *Opinnäytetyö*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.theseus.fi/handle/10024/88283>
- Kiviranta, T. ja Siitonen, V. (2005). *Bioetanolin tuotanto*. Lappeenrannan Yliopisto. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www3.lut.fi/webhotel/teke/kklemola/2005bioetanoli.pdf>
- Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994). Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940719>
- Lappi, M. Koponen, P. ja Murtonen, T. (2011). *Säätlemättömien pakokaasupäästöjen mittaustekniikka*. (VTT) Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2011/VTT-R-00498-11.pdf>
- Neste Oyj (2015). *Bensiiniopas 2015*, Haettu 18.4.2016 osoitteesta https://www.neste.com/sites/default/files/attachments/bensiiniopas_2015.pdf
- NFPA (2005). Haettu 21.4.2016 osoitteesta http://www.ncdoi.com/OSFM/RPD/PT/Documents/Coursework/Ethanol/Module5_ParticipantManuals.pdf
- OVA-ohjeet (2016). *OVA-ohje, bensiini*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.ttl.fi/ova/>
- OVA-ohjeet (2016). *OVA-ohje, diesel*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.ttl.fi/ova/>
- OVA-ohjeet (2016). *OVA-ohje, etanoli*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.ttl.fi/ova/>
- OVA-ohjeet (2016). *OVA-ohje, korkeaseosetanoli*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.ttl.fi/ova/>

Rinne T. & Vaari J. Uudet sammutteet ja sammutusteknologiat. Haettu 19.4.2016 osoitteesta <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2290.pdf>

ST1 (2016). *ST1*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.st1.fi/uutiset/tiedotteet/13170>

Stone (2005). Haettu 19.4.2016 osoitteesta <http://slideplayer.com/slide/8467007/>

Takala, S. & Valkama, K. (2006). *Biodieselin valmistus kasviöljyistä vaihtoesteröintimenetelmällä, s3*. (Lappeenrannan yliopisto) Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www3.lut.fi/webhotel/teke/kklemola/2006-biodieselFAME.pdf>

TOKEVA 2012. Torjuntaohjeet kemikaalien vaaratilanteille.

TRAFI (2015). Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafifin määräys TRAFI/4541/03.04.03.00/2015 Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/454001/42163>

Wibe, S. (2009). *Etanolens koldioxideffekter*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta http://www.ems.expertgrupp.se/uploads/documents/hela%202010_1%20till%20webben.pdf

Ölly- ja biopolttoaineala ry (2016). *Öljynjalostus*. Haettu 18.4.2016 osoitteesta <http://www.oil.fi/fi/oljytuotteet/oljynjalostus>